



Phong O. B. Smith
D. Nguyen
4-4-02

In re application of:

Mamoru NAKASUJI, et al.

ATTN: Box Missing Parts

Serial No.: **09/891,511**

Group Art Unit: **Unknown**

Filed: **June 27, 2001**

Examiner: **Unknown**

For: **INSPECTION SYSTEM BY CHARGED PARTICLE BEAM AND METHOD OF
MANUFACTURING DEVICES USING THE SYSTEM**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

October 22, 2001

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

- (a) **Japanese Application No. 2000-193104, filed June 27, 2000;**
- (b) **Japanese Application No. 2000-229101, filed July 28, 2000;**
- (c) **Japanese Application No. 2000-335934, filed November 2, 2000;**
- (d) **Japanese Application No. 2001-011218, filed January 19, 2001;**
- (e) **Japanese Application No. 2001-031901, filed February 8, 2001;**
- (f) **Japanese Application No. 2001-031906, filed February 8, 2001;**
- (g) **Japanese Application No. 2001-033599, filed February 9, 2001;**
- (h) **Japanese Application No. 2001-035069, filed February 13, 2001;**
- (i) **Japanese Application No. 2001-158662, filed May 28, 2001;**
- (j) **Japanese Application No. 2001-162041, filed May 30, 2001; and**
- (k) **Japanese Application No. 2001-189304, filed June 22, 2001.**

In support of this claim, the requisite certified copies of said original foreign applications are filed herewith.

Applicants: **Mamoru NAKASUJI, et al.**
Serial No.: **09/891,511**

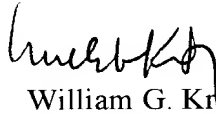
Docket No.: **010819**
Page 2

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI
MCLELAND & NAUGHTON, LLP



William G. Kratz, Jr.
Attorney for Applicants
Reg. No. 22,631

Attorney Docket No.: **010819**
1725 K Street, N.W.
Suite 1000
Washington, D.C. 20006
Tel: (202) 659-2930
Fax: (202) 887-0357
WGK/sdj

Q:\FLOATERS\WGK\010819 Claim for Priority



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 6月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-193104

出 願 人

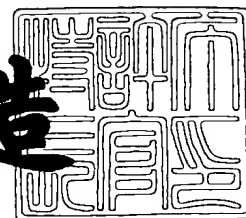
Applicant(s):

株式会社荏原製作所
株式会社東芝

2001年 8月10日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3070615

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-34939

【提出日】 平成12年 6月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 29/62

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 1 号 株式会社荏原製作
所内

【氏名】 中筋 護

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 1 号 株式会社荏原製作
所内

【氏名】 野路 伸治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 1 号 株式会社荏原製作
所内

【氏名】 佐竹 徹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 1 号 株式会社荏原製作
所内

【氏名】 畠山 雅規

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 1 号 株式会社荏原製作
所内

【氏名】 金馬 利文

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 1 号 株式会社荏原製作
所内

【氏名】 曾布川 拓司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 1 号 株式会社荏原製作
所内

【氏名】 吉川 省二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 1 号 株式会社荏原製作
所内

【氏名】 村上 武司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 1 号 株式会社荏原製作
所内

【氏名】 渡辺 賢治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 1 号 株式会社荏原製作
所内

【氏名】 狩俣 努

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 1 号 株式会社荏原製作
所内

【氏名】 大和田 伸

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番 株式会社東芝セミ
コンダクター社 プロセス技術推進センター内

【氏名】 山崎 裕一郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番 株式会社東芝セミ
コンダクター社 プロセス技術推進センター内

【氏名】 永井 隆光

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社東芝

【代理人】

【識別番号】 100105647

【弁理士】

【氏名又は名称】 小栗 昌平

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100105474

【弁理士】

【氏名又は名称】 本多 弘徳

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100108589

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 利光

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100115107

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 猛

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100093573

【弁理士】

【氏名又は名称】 添田 全一

【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0002923

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子線装置及びデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子線を被検査試料に照射する電子線源と、

前記電子線を減速させると共に前記電子線が前記被検査試料に照射することにより発生する2次電子を加速させる減速電界型対物レンズと、

前記2次電子を検出する検出器と、

電界と磁界が直交する場により前記2次電子を前記検出器方向に偏向するE×B偏向器と、

前記減速電界型対物レンズと前記被検査試料との間に配置され、前記電子線の照射光軸に対して略軸対称の形状であり、前記被検査試料の前記電子線の照射面における電界強度を制御する電極を備えたことを特徴とする電子線装置。

【請求項2】 前記被検査試料の種類によって、前記電界強度を制御する為に前記電極に与える電圧を制御することを特徴とする請求項1記載の電子線装置。

【請求項3】 前記被検査試料は半導体ウェーハであり、前記電界強度を制御する為に前記電極に与える電圧は、前記半導体ウェーハのビアの有無によって制御することを特徴とする請求項1記載の電子線装置。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項記載の電子線装置を用いたデバイス製造方法であって、

デバイス製造途中において前記電子線装置を用いて前記被検査試料であるところの半導体ウェーハの欠陥を検査することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子線を被検査試料に照射するにあたり、被検査試料への放電を防止した電子線装置と、その電子線装置を用いて半導体ウェーハの欠陥検査を行うデバイス製造方法についての技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体の高密度化や高集積化に伴い、半導体ウェーハのプロセス製造などにおける半導体ウェーハのパターン等の欠陥検査には、高感度の検査装置が必要となっている。そして、このような欠陥検査の為の検査装置として、特開平 2 - 1 4 2 0 4 5 や特開平 5 - 2 5 8 7 0 3 に記載されているような電子顕微鏡が使用されている。

例えば、特開平 2 - 1 4 2 0 4 5 に記載された電子顕微鏡では、対物レンズによって電子銃からでた電子線を絞って試料に照射し、試料からでてくる二次電子を二次電子検出器で検出している。そして、この電子顕微鏡では、試料に負の電圧を印加し、更に、試料と二次電子検出器との間に電界と磁界を直交させた $E \times B$ 型フィルタを配置している。

【0 0 0 3】

このような構成により、この電子顕微鏡は、試料に負の電圧を印加することにより、試料に照射される電子を減速させることにより高分解能としている。

また、試料に負の電圧を印加することにより、試料からでてくる二次電子を加速させ、更に、 $E \times B$ 型フィルタによって、加速された二次電子は二次電子検出器の方向に偏向されて、二次電子検出器は二次電子を効率的に検出することができる。

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

上記の様な従来の電子顕微鏡を用いた装置においては、電子銃からの電子線は、高電圧が印加された対物レンズ等のレンズ系によって、試料に照射される直前まで加速され高エネルギー化している。そして、試料に負の電圧を印加することにより、試料に照射される電子を低速化しつつ高分解能としている。

しかしながら、対物レンズには高電圧が印加され、更に、試料には負の電圧が印加されているので、対物レンズと試料との間において放電が生ずる恐れがあった。

また、従来の電子顕微鏡において、試料に負の電圧が印加されない場合であっても、対物レンズと試料との間の電位差が大きいと、対物レンズと試料との間に

において放電が生ずる恐れがある。

また、このような試料への放電に対処するために、対物レンズへの印加電圧を低くすると、電子に十分なエネルギーが与えられず、分解能が低下してしまう。

【0005】

また更に、試料が半導体ウェーハであって、この半導体ウェーハ表面にビア、即ち、半導体ウェーハの上層配線と下層配線とを電氣的に接続し、且つ上下層配線面に対して略垂直な方向の配線パターンが存在する場合を説明する。

従来の電子顕微鏡を使用してビア付きの半導体ウェーハの欠陥等を検査すると、上記同様に対物レンズには高電圧、例えば10kVの電圧が印加される。またここでは、半導体ウェーハは接地されているものとする。よって、半導体ウェーハと対物レンズの間には電界が形成される。

【0006】

このような状態であると、特に半導体ウェーハ表面のビア近傍に電界が集中し高電界となる。そして、ビアに電子線が照射されると、ビアから大量の2次電子が放出され、これら2次電子はビア近傍の高電界によって加速される。この加速された2次電子は、電子線が半導体ウェーハに照射された際に発生した残留ガスをイオン化するのに十分なエネルギー($>3\text{ eV}$)を持っている。よって、2次電子は残留ガスをイオン化するので、イオン化した荷電粒子が発生する。

そして、このイオン化した荷電粒子である正イオンは、ビア近傍の高電界によってビアの方向に加速され、ビアと衝突することによって、ビアから更に2次電子が放出される。この一連のポジティブフィードバックによって、ついには対物レンズと半導体ウェーハとの間に放電が生じ、この放電により半導体ウェーハのパターン等を破損してしまう問題があった。

【0007】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたもので、被検査試料への放電を防止した電子銃装置と、この電子銃装置を用いたデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための第1の電子線装置においては、電子線を被検査試料に照射する電子線源と、

前記電子線を減速させると共に前記電子線が前記被検査試料に照射することにより発生する2次電子を加速させる減速電界型対物レンズと、

前記2次電子を検出する検出器と、

電界と磁界が直交する場により前記2次電子を前記検出器方向に偏向する $E \times B$ 偏向器と、

前記減速電界型対物レンズと前記被検査試料との間に配置され、前記電子線の照射光軸に対して略軸対称の形状であり、前記被検査試料の前記電子線の照射面における電界強度を制御する電極を備えたことを特徴とする。

【0009】

この電子線装置によれば、被検査試料と対物レンズとの間に、電子線の照射軸に対して略軸対称の形状であり、前記被検査試料の前記電子線の照射面における電界強度を制御する電極を備えたので、被検査試料と対物レンズとの間の電界を制御することができる。

【0010】

第2の電子線装置においては、前記電極は、前記被検査試料の前記電子線の照射面における電界強度を弱くすることを特徴とする。

【0011】

この電子線装置によれば、被検査試料と対物レンズとの間に、電子線の照射軸に対して略軸対称の形状であり、前記被検査試料の前記電子線の照射面における電界強度を弱くする電極を備えたので、被検査試料と対物レンズとの間の放電を無くすることができる。

また、放電を起こす恐れのないウェーハの場合は、対物レンズへの印加電圧を低下させる等変更していないので、電子に十分なエネルギーが与えられ、高分解能が維持できる。また、2次電子の検出効率を高くできるので、 S/N 比の良い信号が得られる。

【0012】

第3の電子線装置においては、前記被検査試料の種類によって、前記電界強度

を制御する為に前記電極に与える電圧を制御することを特徴とする。

【0013】

この電子線装置によれば、被検査試料の種類によって、被検査試料の電子線の照射面における電界強度を弱くする為の電圧を制御することができる。

例えば、被検査試料が、対物レンズとの間で放電し易い種類の被検査試料である場合は、電極の電圧を変化させ、被検査試料の電子線の照射面における電界強度をより弱くすることで、放電を防止できる。

【0014】

第4の電子線装置においては、前記被検査試料は半導体ウェーハであり、前記電界強度を制御する為に前記電極に与える電圧は、前記半導体ウェーハのビアの有無によって制御することを特徴とする。

【0015】

この電子線装置によれば、半導体ウェーハのビアの有無によって、電極に与える電圧を変更する、即ち、半導体ウェーハの電子線の照射面における電界強度を弱くする為の電圧を変更することができる。

例えば、被検査試料が、対物レンズとの間で放電し易い種類の被検査試料である場合は、電極による電界を変化させ、被検査試料の電子線の照射面における電界強度をより弱くすることで、特にビアやビア周辺における放電を防止できる。

また、ビアと対物レンズとの間での放電が防止できるので、半導体ウェーハのパターン等を放電破損することはない。

【0016】

第5の電子線装置においては、前記電極に与える電位は、前記被検査試料に与える電位よりも低電位であることを特徴とする。

【0017】

この電子線装置によれば、電極に与える電位を被検査試料に与える電位よりも低くしたので、被検査試料の電子線の照射面における電界強度を弱くすることができ、被検査試料への放電が防止できる。

【0018】

第6の電子線装置においては、前記電極に与える電位は負電位であり、前記被

検査試料は接地することを特徴とする。

【0019】

この電子線装置によれば、電極に与える電位を負電位とし、被検査試料は接地したので、被検査試料の電子線の照射面における電界強度を弱くすることができ、被検査試料への放電が防止できる。

【0020】

第7のデバイス製造方法においては、デバイス製造途中において前記電子線装置を用いて前記被検査試料であるところの半導体ウェーハの欠陥を検査することを特徴とする。

【0021】

このデバイス製造方法によれば、デバイス製造途中において電子線装置を用いて被検査試料であるところの半導体ウェーハの欠陥を検査しても、半導体ウェーハへの放電が防止できるので、デバイス製造中に半導体ウェーハのパターン等を破損することはない。よって、デバイス製造歩留まりが向上する。

【0022】

【発明の実施の形態】

〔第1実施形態〕

図1は、電子線装置を模式的に示す構成図、図2は電極の斜視図、図3は被検査試料（半導体ウェーハ）と対物レンズ間の電圧分布を示すグラフ、図4は、電子線装置の2次電子検出動作を示すフローチャートである。

【0023】

電子線装置の概略動作について図1を参照して説明する。

電子線源1から放出された電子線は、コンデンサレンズ2で絞り込み収束され、E×B型偏向器5の略中心で電子線はクロスオーバを結像させる。更に、電子線は、減速電界型対物レンズ7（以下対物レンズ）に印加された電圧によって発生した電界によって減速され、この電子線によるクロスオーバは、対物レンズ7によって被検査試料である半導体ウェーハ9（以下ウェーハ）に結像される。

また、8極の静電偏向器3、6によって、電子線は2段階に偏向され、ウェーハ9面上を走査される。この静電偏向器3、6により、対物レンズ7付近の特定

の光軸方向位置で光軸と交わることにより、対物レンズ7における収差を低くしている。

【 0 0 2 4 】

そして、ウェーハ9への電子線の照射によって発生した2次電子は、対物レンズ7に印加された電圧によって発生した電界によって、電子線源1側に加速される。そして、加速された2次電子は、 $E \times B$ 型偏向器5の電界と磁界が直交する場により、検出器4の方向に偏向され（図1の点線）、検出器4によって2次電子が検出される。

【 0 0 2 5 】

次に、電子線装置における対物レンズ7、電極8、ウェーハ9の構成、作用について詳細に説明する。

対物レンズ7は、上下2つの極で構成されており、図示しない電圧装置によって所定の電圧が印加されている。本実施形態では、対物レンズ7におけるウェーハ9側の下側の極には正の高電圧、例えば10～20kVの電圧が印加されている。

ウェーハ9には、ウェーハ9において上層配線と下層配線とを電氣的に接続するビア9aがあり、ウェーハ9全体は接地されている。

【 0 0 2 6 】

対物レンズ7とウェーハ9との間には、電子線の照射光軸に対して略軸対称である形状の電極8が配置されている。電極8の形状の一例を図2に示す。

図2は、電極8の斜視図であり、図2(a)は、電極8が軸対称に円筒形状である場合を示す斜視図であり、図2(b)は、電極8が軸対称に円盤形状である場合を示す斜視図である。

本実施形態では、図2(a)に示すように電極8が円筒形状として説明するが、電子線の照射光軸に対して略軸対称であれば、図2(b)に示すような円盤形状であってもよい。

【 0 0 2 7 】

更に、電極8には、対物レンズ7とウェーハ9との間における放電を防止する電界を発生する為に、ウェーハ9への印加電圧（本実施形態では接地されている

ので、電位は 0 V) よりも低い所定の電圧 (負電位) が電源 1 0 によって印加されている。この時のウェーハ 9 と対物レンズ 7 との間の電位分布を図 3 を参照して説明する。

図 3 は、ウェーハ 9 と対物レンズ 7 との間の電圧分布を示すグラフである。

図 3 において、電子線の照射光軸における位置を横軸として、ウェーハ 9 から対物レンズ 7 の位置までの電圧分布を示している。

電極 8 が無かった従来の電子線装置においては、対物レンズ 7 からウェーハ 9 までの電圧分布は、対物レンズ 7 に印加した電圧を最大値として、接地しているウェーハ 9 までなだらかに変化している。(図 3 の細線)

一方、本実施形態の電子線装置においては、対物レンズ 7 とウェーハ 9 との間に電極 8 が配置され、且つ電極 8 には、ウェーハ 9 への印加電圧よりも低い所定の電圧 (負電位) が電源 1 0 によって印加されているので、ウェーハ 9 の電界が弱められる。(図 3 の太線)

【 0 0 2 8 】

よって、本実施形態の電子線装置においては、ウェーハ 9 におけるビア 9 a 近傍に電界が集中せず高電界とはならない。そして、ビア 9 a に電子線が照射されて 2 次電子が放出されても、この放出された 2 次電子は、残留ガスをイオン化する程には加速されないため、対物レンズ 7 とウェーハ 9 との間に放電が防止できる。

また、対物レンズ 7 とビア 9 a との間での放電が防止できるので、ウェーハ 9 のパターン等を放電破損することはない。

【 0 0 2 9 】

また、上記実施形態においては、対物レンズ 7 とビア 9 a のあるウェーハ 9 との間の放電が防止できるが、電極 8 に負電位を印加しているので、負電位の大きさによっては、検出器 4 による 2 次電子の検出感度が低下する場合もある。よって検出感度が低下した場合は、電子線を照射し 2 次電子を検出する一連の動作を複数回に渡って行い、得られた複数の検出結果を累積加算や平均化等の処理を施して所定の検出感度 (信号の S/N 比) を得るようにすればよい。

本実施形態では、一例として、検出感度を信号対雑音比 (S/N 比) として説

明している。

【0030】

ここで、上記の2次電子検出動作について、図4を参照して説明する。

図4は、電子線装置の2次電子検出動作を示すフローチャートである。

まず、検出器4によって被検査試料からの2次電子を検出する(ステップ1)。次に、信号対雑音比(S/N比)が所定の値以上であるかの判断を行う(ステップ2)。ステップ2において、信号対雑音比が所定値以上である場合は、検出器4による2次電子の検出は十分であるので、2次電子検出動作は完了する。

一方、ステップ2において、信号対雑音比が所定値未満である場合は、電子線を照射し2次電子を検出する一連の動作を4N回行い、平均化処理を行う(ステップ3)。ここで、Nの初期値は「1」に設定されているので、ステップ3において初回は、2次電子の検出動作が4回行われる。

次に、Nに「1」を加算してカウントアップして(ステップ4)、ステップ2において再度、信号対雑音比が所定の値以上であるかの判断を行う。ここで、信号対雑音比が所定値未満である場合は、再度ステップ3に進み、今度は2次電子の検出動作を8回行う。そして、Nをカウントアップして、信号対雑音比が所定値以上となるまで、ステップ2～4を繰り返す。

【0031】

また、本実施形態では、電極8にウェーハ9への印加電圧よりも低い所定の電圧(負電位)を印加することにより、ビア9aのあるウェーハ9に対する放電防止について述べたが、2次電子の検出効率が低下する場合がある。

よって、被検査試料がビアの無いウェーハ等、対物レンズ7との間で放電が生じにくい種類の被検査試料であった場合は、検出器4における2次電子の検出効率が高くなるように、電極8に印加する電圧を制御することができる。

【0032】

具体的には、被試験試料が接地されている場合であっても、電極8に印加する電圧を、被試験試料への印加電圧よりも高い所定の電圧にする、例えば、+10Vとする。また、この時、電極8と被検査試料との距離は、電極8と被検査試料との間に放電が生じない距離に配置する。

この場合、被検査試料への電子線の照射によって発生した2次電子は、電極8に印加された電圧によって発生した電界によって、電子線源1側に加速される。そして、対物レンズ7に印加された電圧によって発生した電界によって、更に、電子線源1側に加速されて収束作用を受けるので、検出器4に多くの2次電子が入射し検出効率を高くすることができる。

また更に、電極8は軸対称であるので、被検査試料に照射する電子線を収束するレンズ作用も持つ。従って、電極8に印加する電圧によって、1次電子線をより細く絞ることもできる。また、電極8によって1次電子線を細く絞ることもできるので、対物レンズ7との組み合わせにより、より低収差の対物レンズ系を構成することもできる。

【0033】

[第2実施形態]

本実施形態は、写像投影型電子線装置を用いたウェーハ欠陥検査装置に本発明を適用した実施形態である。

図5は、写像投影型電子線装置を模式的に示す構成図である。

【0034】

写像投影型電子線装置の構成を簡単に説明する。電子線源21からは、2次元領域、例えば矩形の放射面をもつ電子線が放射され、レンズ系22によって集束される。集束された電子線は、斜め方向からE×B型偏向器23に入射され、被検査試料である半導体ウェーハ27（以下ウェーハ）方向に偏向され、対物レンズ系24によってウェーハ27に結像され、照射される。

次に、電子線がウェーハ27に照射されることによって発生した2次電子は、対物レンズ系24で加速され、E×B型偏向器23に入射し、レンズ系28によって検出器39に導かれ、検出器39によって2次電子が検出される。

尚、第1の実施形態と同様に、対物レンズ系24は10～20kVの高電圧が印加され、ウェーハ27は接地されているものとする。

【0035】

電極25は、電子線の照射光軸に対して略軸対称の形状であり、対物レンズ系24とウェーハ27との間に配置され、電源26によって電圧制御されている。

ここで、ウェーハ27にビア27aがある場合に、電極25に与える電圧を-200Vとすると、ウェーハ27の電子線照射面の電界は、 $0 \sim -0.1 \text{ V/m}$ （-はウェーハ27側が高電位を示す）となった。この状態では、対物レンズ系24とウェーハ27との間に放電は発生せずに、ウェーハ27の欠陥検査は行えたが、第1実施形態と同様の理由で2次電子の検出効率が若干下がってしまうので、電子線を照射し2次電子を検出する一連の動作を、例えば4回行い、得られた4回分の検出結果を累積加算や平均化等の処理を施して所定の検出感度を得た。

【0036】

また、ウェーハ27にビア27aが無い場合に、電極25に与える電圧を+350Vとしても、対物レンズ系24とウェーハ27との間に放電は発生せずに、ウェーハ27の欠陥検査は行えた。この場合は、電極25に与えた電圧によって2次電子が集束され、対物レンズ系24によっても更に集束されるので、検出器29における2次電子の検出効率は向上した。よって、ウェーハ欠陥装置としての処理も高速となり、高スループットの検査が行えた。

【0037】

[第3実施形態]

本実施形態は、本発明の電子線装置をデバイス製造に適用した実施形態である。

図6は、デバイス製造工程を示すフローチャート、図7は、図6のウェーハプロセス工程の中核をなすリソグラフィー工程を示すフローチャートである。

【0038】

図6を参照して、デバイス製造工程を説明する。

デバイス製造工程は、以下の各主工程を含んでいる。

(1) ウェーハを製造するウェーハ製造工程（又はウェーハを準備するウェーハ準備工程）。(ステップ10)

(2) 露光に使用するマスクを製作するマスク製造工程（又はマスクを準備するマスク準備工程）。(ステップ11)

(3) ウェーハに必要な加工処理を行うウェーハプロセッシング工程。(ステップ12)

(4) ウェーハ上に形成されたチップを1個ずつ切り出し、動作可能にするチップ組み立て工程。(ステップ13)

(5) 完成したチップを検査する検査工程。(ステップ14)
尚、これら主工程には更にいくつかのサブ工程からなっている。

【0039】

これら主工程の中で、デバイスの性能に影響を及ぼす主工程は、ウェーハプロセッシング工程である。このウェーハプロセッシング工程では、設計された回路パターンをウェーハ上に順次積層し、チップを多数形成する。

このウェーハプロセッシング工程は、以下のサブ工程を含んでいる。

(I) 絶縁層となる誘電体薄膜や配線部、或いは電極部を形成する金属薄膜等を形成する薄膜形成工程(CVDやスパッタリング等を用いる)。

(II) この薄膜層やウェーハ基板を酸化する酸化工程。

(III) 薄膜層やウェーハ基板等を選択的に加工するためにマスク(レクチル)を用いてレジストのパターンを形成するリソグラフィー工程。

(IV) レジストのパターンに従って薄膜層やウェーハ基板を加工するエッチング工程(例えばドライエッチング等)。

(V) イオン・不純物注入拡散工程。

(VI) レジスト剥離工程。

(VII) 加工されたウェーハを検査する検査工程。

尚、ウェーハプロセッシング工程は、多層ウェーハの場合には層数だけ繰り返を行い、デバイスを製造する。

【0040】

図7を参照して、リソグラフィー工程を説明する。

リソグラフィー工程は、以下の各工程を含んでいる。

(i) 回路パターンが形成されたウェーハ上にレジストをコートするレジスト塗布工程。(ステップ20)

(ii) レジストを露光する露光工程。(ステップ21)

(iii) 露光されたレジストを現像してレジストのパターンを得る現像工程。(ステップ 2 2)

(iv) 現像されたレジストパターンを安定化させる為のアニール工程。(ステップ 2 3)

【 0 0 4 1 】

以上のデバイス製造工程、ウェーハプロセッシング工程、リソグラフィー工程については、周知であるのでこれ以上の説明は省略する。

上記 (VII) 加工されたウェーハを検査する検査工程に、本発明の電子線装置を用いることによって、ウェーハに対して放電することがなく、ウェーハを破壊することもなく検査をすることができる。また、デバイス製造歩留まりが向上する。

【発明の効果】

【 0 0 4 2 】

本発明の電子線装置によれば、被検査試料と対物レンズとの間に、電子線の照射軸に対して略軸対称の形状であり、前記被検査試料の前記電子線の照射面における電界強度を制御する電極を備えたので、被検査試料と対物レンズとの間の電界を制御することができる。

また、被検査試料と対物レンズとの間に、電子線の照射軸に対して略軸対称の形状であり、前記被検査試料の前記電子線の照射面における電界強度を弱くする電極を備えたので、被検査試料と対物レンズとの間の放電を無くすることができる。

また、対物レンズへの印加電圧を低下させる等変更していないので、2 次電子を効率的に対物レンズを通過させられるので、検出効率を向上させ、S / N 比の良い信号を得ることができる。

また、被検査試料の種類によって、被検査試料の電子線の照射面における電界強度を弱くする為の電圧を制御することができる。

例えば、被検査試料が、対物レンズとの間で放電し易い種類の被検査試料である場合は、電極の電圧を変化させ、被検査試料の電子線の照射面における電界強度をより弱くすることで、放電を防止できる。

【 0 0 4 3 】

また、半導体ウェーハのビアの有無によって、電極に与える電圧を変更する、即ち、半導体ウェーハの電子線の照射面における電界強度を弱くする為の電圧を変更することができる。

例えば、被検査試料が、対物レンズとの間で放電し易い種類の被検査試料である場合は、電極による電界を変化させ、被検査試料の電子線の照射面における電界強度をより弱くすることで、特にビアやビア周辺における放電を防止できる。

また、ビアと対物レンズとの間での放電が防止できるので、半導体ウェーハのパターン等を放電破損することはない。

また、電極に与える電位を被検査試料に与える電荷よりも低くしたので、被検査試料の電子線の照射面における電界強度を弱くすることができ、被検査試料への放電が防止できる。

また、電極に与える電位を負電位とし、被検査試料は接地したので、被検査試料の電子線の照射面における電界強度を弱くすることができ、被検査試料への放電が防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

電子線装置を模式的に示す構成図である。

【図 2】

電極の斜視図であり、

(a) は電極が軸対称に円筒形状である場合を示す斜視図、(b) は電極が軸対称に円盤形状である場合を示す斜視図である。

【図 3】

ウェーハと対物レンズとの間の電圧分布を示すグラフである。

【図 4】

電子線装置の 2 次電子検出動作を示すフローチャートである。

【図 5】

写像投影型電子線装置を模式的に示す構成図である。

【図 6】

デバイス製造工程を示すフローチャートである。

【図 7】

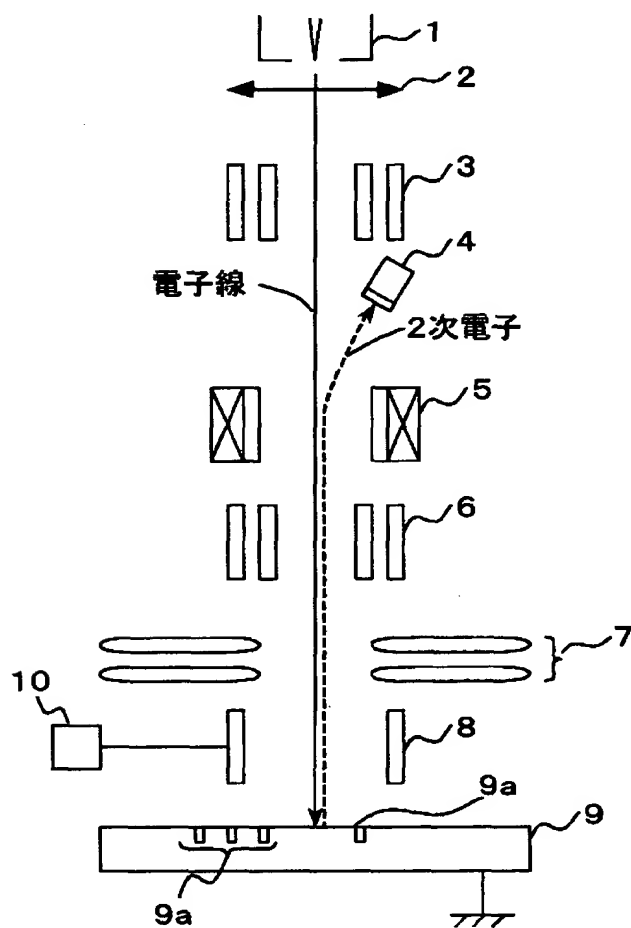
リソグラフィー工程を示すフローチャートである。

【符号の説明】

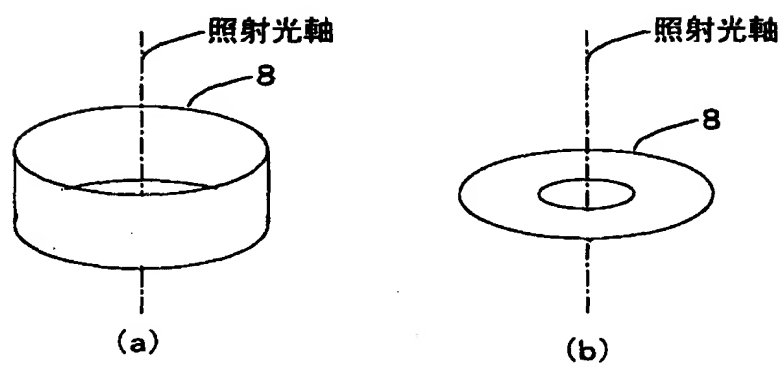
- 1 電子線源
- 2 コンデンサレンズ
- 3、6 静電偏向器
- 4 検出器
- 5 E×B型偏向器
- 7 対物レンズ
- 8 電極
- 9 ウェーハ
- 9 a ビア
- 1 0 電源

【書類名】 図面

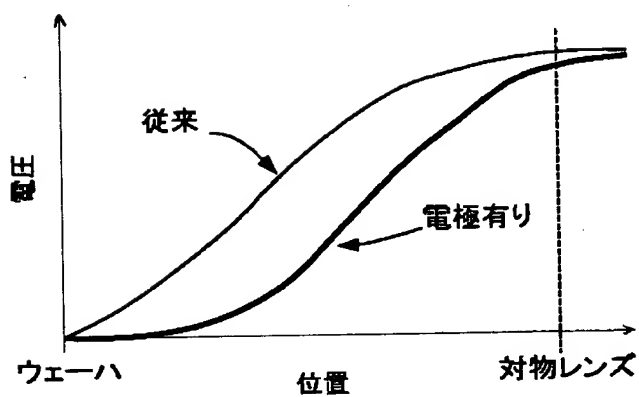
【図 1】



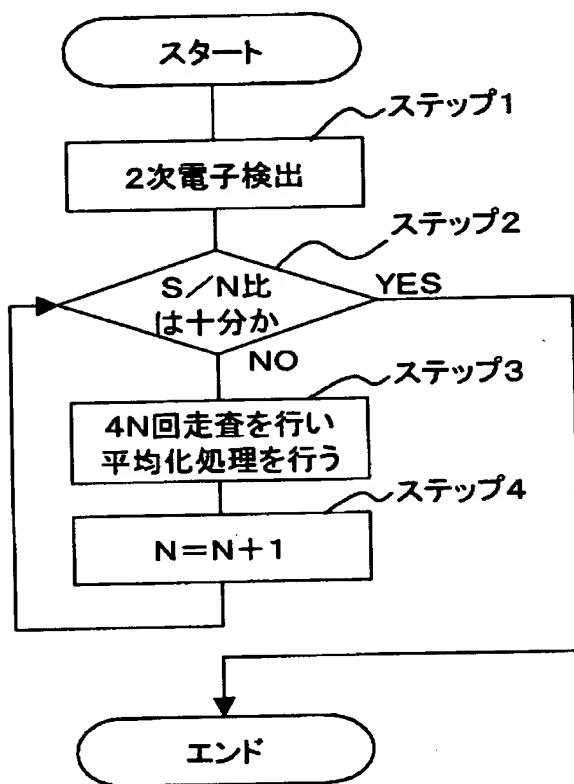
【図 2】



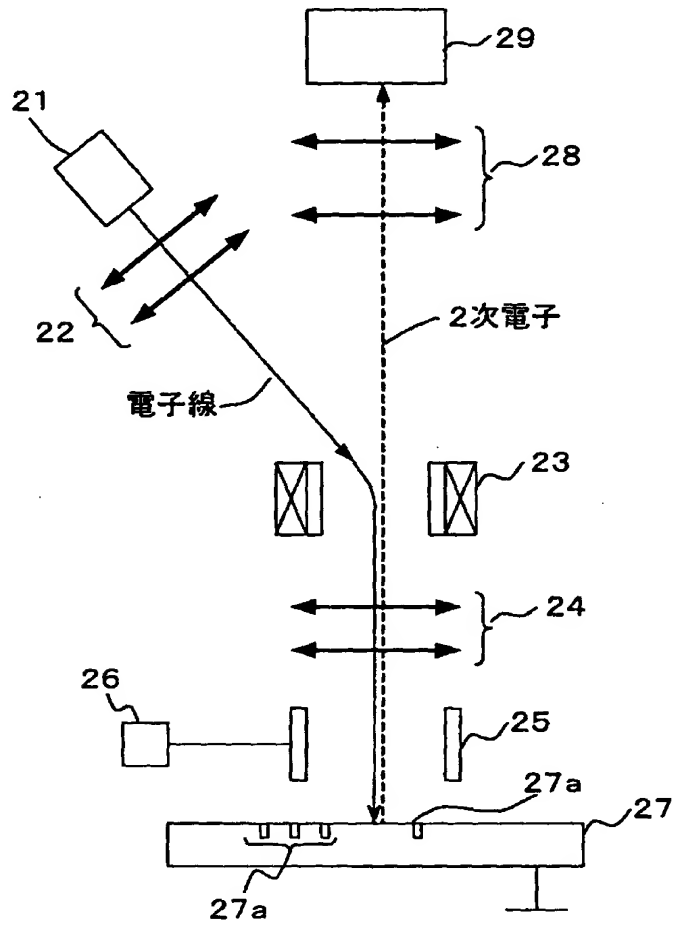
【図 3】



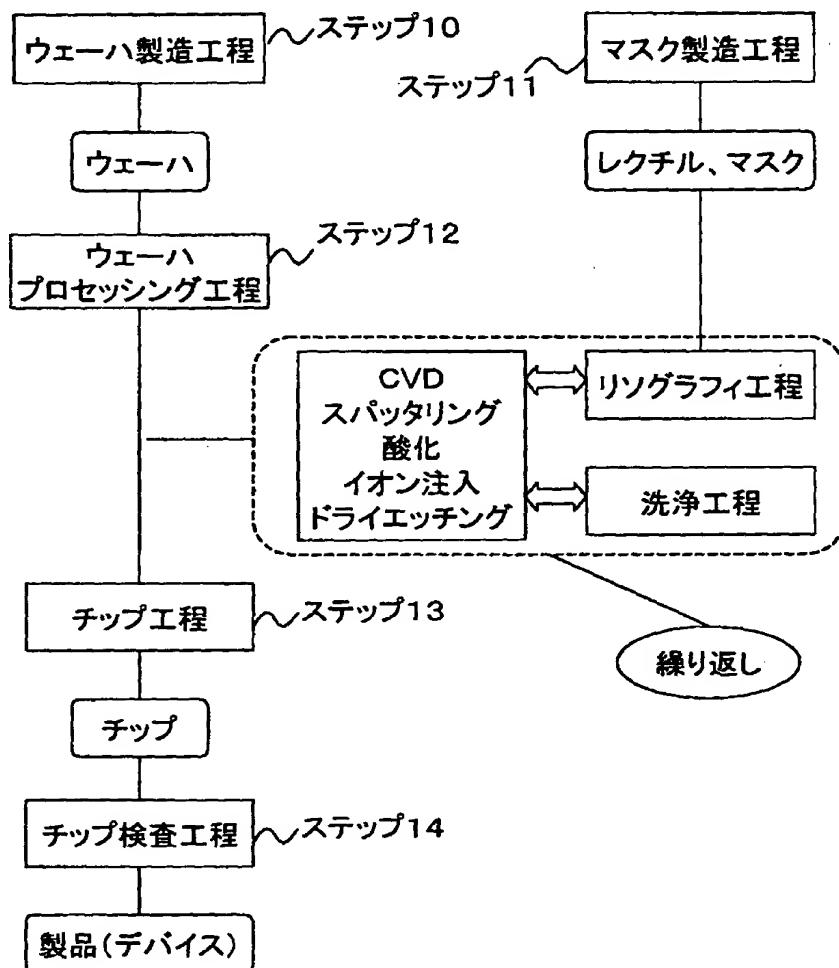
【図 4】



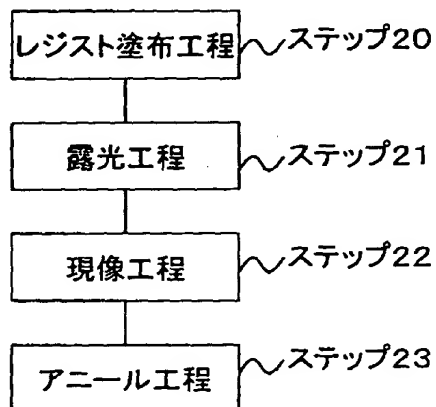
【図 5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 被検査試料への放電を防止した電子銃装置と、この電子銃装置を用いたデバイス製造方法を提供する。

【解決手段】 電子線源1から放出された電子線は、対物レンズ7に印加されている高電圧により生じた電界によって減速されて、ビア9aのあるウェーハ9に照射される。電極8は、電圧器10によってウェーハ9よりも低電位になっているので、ビア9aの近傍の電界は弱められ、対物レンズ7とウェーハ9との間の放電が防止される。そして、電子線がウェーハ9に照射することによって生じた2次電子は、対物レンズ7で加速し、更にE×B型偏向器5によって偏向されて、検出器4によって検出される。また、ビア9aの無いウェーハ9に電子線を照射する場合は、電極8に印加する電位はウェーハ9よりも高電位に制御することにより、2次電子の大部分を検出器4に入射させるので検出効率が向上する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区羽田旭町11番1号
氏 名	株式会社荏原製作所

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 1990年 8月22日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2001年 7月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝